

Integrierte Widerstandsnetzwerke und Hybridschaltkreise

Ausgabe 1981

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

Die gegenwärtige und zukünftige Entwicklung elektronischer Systeme wird in ständig steigendem Maße durch den Einsatz der Mikroelektronik bestimmt.

Die Bauelemente und Baugruppen der Mikroelektronik sind wichtige Bestandteile

- nachrichtentechnischer Einrichtungen
- der Daten- und Bürotechnik
- elektronischer Steuerungen im Energie- und Verkehrswesen
- numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen
- der Medizintechnik
- im wissenschaftlichen Gerätebau
- der modernen Konsumgüterelektronik

Es haben sich zwei technologische Grundrichtungen herausgebildet, die das Erzeugnissortiment bestimmen und sich gegenseitig ergänzen:

die Festkörpertechnik und die Filmtechnik mit ihren Varianten, der Dünnfilm- und Dickfilmtechnik.

In diesem Datenbuch informieren wir Sie über integrierte Schaltkreise in Filmtechnik und beschreiben das Zusammenwirken sowohl mit integrierten Schaltkreisen in Festkörpertechnik als auch mit Schaltungen in diskreter Bauweise.

Dieses Datenbuch soll vorwiegend dem Elektronikingenieur dienen, der als Anwender integrierte Widerstandsnetzwerke und Hybridschaltkreise einsetzen will und sich über deren typische Kenndaten und Ausführungsformen informieren möchte.

Es soll weiterhin helfen, die Zusammenarbeit zwischen dem Anwender und dem Hersteller zu erleichtern.

Der VEB Keramische Werke Hermsdorf arbeitet seit mehr als 10 Jahren in Forschung, Entwicklung und großtechnischer Fertigung auf dem Gebiet der integrierten Filmschaltkreise und kann sich bei der Realisierung Ihrer Wünsche auf große Erfahrungen stützen. Unsere Bauelemente werden auf der Basis der neuesten Erkenntnisse der Dünn- und Dickfilmtechnik für die breite Anwendung auf allen Gebieten der Elektronik-Industrie entwickelt.

Ein breites Produktionssortiment in großen Stückzahlen ermöglicht umfassende Zuverlässigkeitsprüfungen, die durch die guten Erfahrungen unserer Kunden untermauert werden. Die eingesetzten Produktionsanlagen und die gewählte Entwicklungs- und Fertigungsorganisation gestatten den kurzfristigen Übergang von der Musterfertigung zur serienmäßigen Lieferung. Die hohe Flexibilität gestattet eine schnelle Musterlieferung auch nach Ihren speziellen Schaltungsforderungen.

Die Mitarbeiter im

VEB Keramische Werke Hermsdorf
Betrieb Mikroelektronik

erwarten Ihre Wünsche und beraten Sie gern bei der Lösung Ihrer Probleme.

Abb. 1:
Montagearbeitsplätze
für Hybridschaltkreise



2. Systematik „Integrierte Schaltkreise"

Integrierte Schaltkreise

Integrierte Schaltkreise in Filmtechnik

Integrierte Schaltkreise in Festkörpertechnik

Dickfilmschaltkreise

Dünnfilmschaltkreise

gekapselte oder Chip-Form

Integrierte Hybridschaltkreise

Hybrid-Bauelemente
Transistoren, Dioden, Kondensatoren u. a.

Unter einem **integrierten Schaltkreis** wird ein mikroelektronisches Erzeugnis verstanden, das eine bestimmte komplexe elektronische Funktion erfüllt und hinsichtlich Prüfung, Abnahme und Lieferung als Ganzes betrachtet wird.

Bei einem **integrierten Filmschaltkreis** sind die Elemente und Zwischenverbindungen auf einem isolierenden Trägermaterial (Substrat) als Filmstrukturen ausgeführt, die verfahrenstechnisch mittels Dünn- oder Dickfilmtechnik hergestellt werden.

In einem **Dünnfilmschaltkreis** werden Leitbahnen, Widerstände, Isolierschichten und Kontaktfelder durch solche Verfahren, wie Vakuumbedampfung oder Katodenzerstäubung gefertigt.

In einem **Dickfilmschaltkreis** werden Leitbahnen, Widerstände, Isolierschichten und Kontaktfelder mittels Siebdruck und anschließendem Sintern hergestellt.

Die Komplettierung der Filmschaltkreise mit hybridgerechten Einzelbauelementen und monolithischen Schaltkreisen führt zu integrierten **Hybridschaltkreisen.**

Die Anzahl der Bauelementefunktionen je Schaltkreis bestimmt den **Integrationsgrad** (IG):

IG 1: bis 10 Bauelementefunktionen
IG 2: 11 bis 100 Bauelementefunktionen
IG 3: 101 bis 1000 Bauelementefunktionen
IG 4: über 1000 Bauelementefunktionen

3. Zusammenwirken integrierter Widerstandsnetzwerke und Hybridschaltkreise mit anderen Bauelementen

Mit dem Einsatz der integrierten Filmschaltkreise werden zunehmend die bisherigen Techniken der Montage einzelner Bauelemente auf Leiterkarten abgelöst und Bindeglieder zur hochintegrierten monolithischen Technik geschaffen. Bauelemente in Dünn- und Dickfilmtechnik haben einen festen Platz in vielen Anwendungsgebieten der Elektronik.

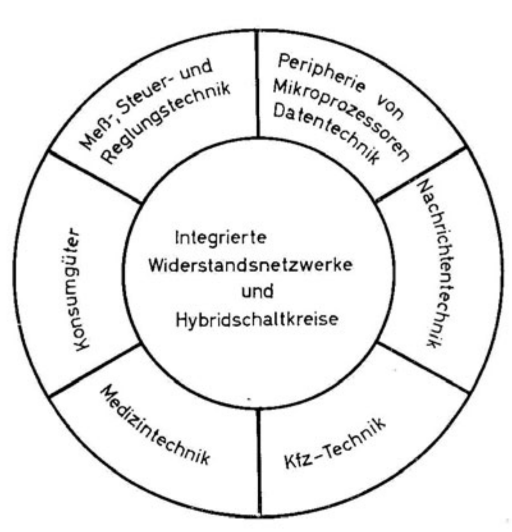


Abb. 2: Einsatzgebiete

Die Konstruktion und Technologie dieser Schaltkreise ermöglicht den Einsatz verschiedenartiger passiver als auch aktiver Bauelemente, wodurch eine optimale Anpassung an nahezu alle Kundenspezifikationen möglich ist. Als besondere Vorteile ergeben sich beim Einsatz unserer Schaltkreise:

Verminderung von Volumen und Masse durch:

- Strukturen im μm-Bereich;
- Einsatz von Miniaturbauelementen, einschließlich gehäuseloser Chips;

Erhöhung der Zuverlässigkeit durch:

- Ausschalten subjektiver Fehler bei weitgehender Teilautomatisierung technologischer Prozesse;
- Verminderung der Anzahl der Kontaktstellen;
- kompakte Bauweise
- vielfältige Qualitätskontrollen während der Herstellung und am Fertigerzeugnis

Verringerung der absoluten und relativen Toleranzen sowie des Temperaturkoeffizienten durch:

- automatischen bzw. teilautomatischen Fertigungsprozeß;
- Funktionsabgleich
- gleiche Bedingungen durch gemeinsame Herstellung der Schaltelemente auf einem Substrat

Erhöhung der oberen Grenzfrequenz durch:

- extrem kurze Zwischenverbindungen;
- geringe Leitungsinduktivitäten, Kapazitäten und dadurch extrem niedrige Laufzeiten der Signale

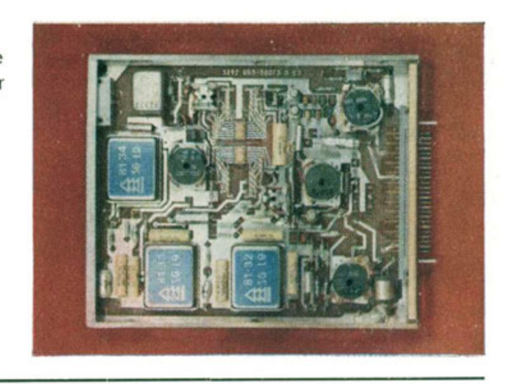
einfache Kombinationsmöglichkeiten mit:

- pnp- und npn-Transistoren
- bipolaren und unipolaren Bauelementen
- digitalen und analogen Schaltkreisen
- Ferrit- und Oxidhalbleiterbauelementen
- opto- und akustoelektronischen Bauelementen
- verschiedenen Schaltungssystemen unterschiedlicher Pegel

Verminderung der Herstellungs- und Servicekosten beim Finalproduzenten durch:

- Senkung des Aufwandes für Geräteentwicklung und Konstruktion;
- Vereinfachung und Automatisierung der Montage elektronischer Baugruppen;
- Rasche Fehlerbeseitigung durch Auswechseln ganzer Funktionsgruppen statt einzelner Bauelemente;
- vertretbare Kosten auch bei kleinen Losgrößen spezieller Schaltkreise

Abb. 3:
Zusammenwirken diskreter Bauelemente mit integrierten Schaltkreisen (Regenerator PCM — Technik)



4. Übersicht über die Hauptprozeßschritte bei der Herstellung integrierter Widerstandsnetzwerke und Hybridschaltkreise

Dickfilmtechnologie

Topologischer Entwurf

Dünnfilmtechnologie

Drucksiebherstellung

Substrat

kontrollieren, reinigen

Maskenherstellung

Drucken

Sintern

1. Bedampfen CrNi-Widerstände

2. Bedampfen FeNi-Leitbahnen

Abgleichen, Strukturieren

Trennen in Einzelschaltungen

Kontaktieren der Anschlüsse und Hybridbauelemente

Zwischenmessen

Umhüllen Verschließen

Kennzeichnen

Endmessen

Grundlage und Ausgangspunkt des topologischen Entwurfs ist der Stromlaufplan der vom Kunden erprobten Schaltung. Davon ausgehend wird eine **Analyse** durchgeführt, in der **die direkten und indirekten Bestimmungsgrößen** des Schaltkreises ermittelt werden, woraus sich die Entscheidung für die anzuwendende Technologie ergibt.

Direkte Bestimmungsgrößen sind:

- Werte und Toleranzen der Filmkomponenten (Widerstände, Leitbahnen, Kapazitäten).
- Spannungen, Ströme und Verlustleistungen der Filmkomponenten.
- Kenndaten und Abmessungen der hybridgerechten Bauelemente.

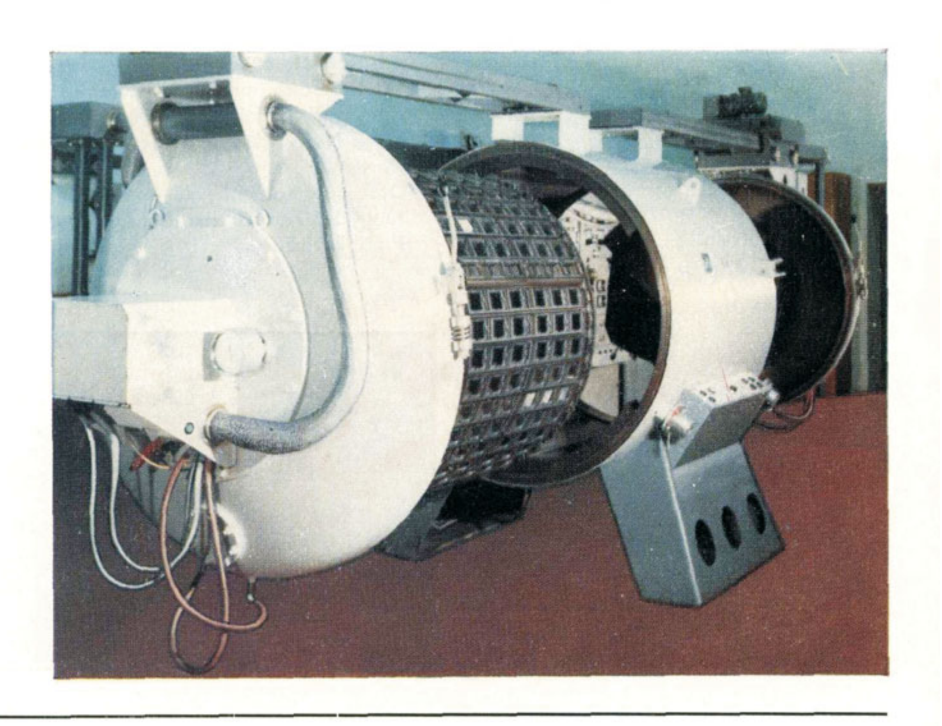
Indirekte Bestimmungsgrößen folgen aus:

- dem Frequenzverhalten
- dem Temperaturverhalten
- der Langzeitstabilität
- dem Einsatzbereich

In der **Dünnfilmtechnologie** werden auf der Grundlage des topologischen Entwurfs Wechselmasken hergestellt.
Vor dem Bedampfungsprozeß wird das Substrat in mehreren Schritten gereinigt. Dieser Reinigungsprozeß beeinflußt wesentlich die Stabilität der aufgedampften Schichten.

In speziell entwickelten Hochvakuum-Bedampfungsanlagen werden gleichzeitig bis 10 000 Widerstandsnetzwerke bedampft. Die Widerstandskomponenten, bestehend aus einer Chrom-Nickel-Legierung, und die Kontaktschichten aus einer Eisen-Nickel-Legierung werden in getrennten Bedampfungszyklen nacheinander aufgebracht.
Durch die in der Serienproduktion angewendete Rotations-Bedampfung haben die Schichten eine gute Homogenität und ausgezeichnete Stabilitätseigenschaften.

Abb. 4:
Bedampfungsanlage geöffnet



Während die Chrom-Nickel-Schicht ohne Masken aufgebracht wird, strukturiert man die Eisen-Nickel-Kontaktschicht mittels Masken während des Bedampfungsprozesses. Dieser gesamte Bedampfungsprozeß beeinflußt wesentliche Bauelementeeigenschaften, wie

- das gleichzeitige Alterungsverhalten aller Netzwerkelemente
- einen einheitlichen Temperaturkoeffizienten

Diese Eigenschaften bieten zur Realisierung von

- Spannungsteilern
- Dämpfungsnetzwerken
- Referenzelementen für DA-Wandler

entscheidende Vorteile.

In der **Dickfilmtechnologie** werden ausgehend vom topologischen Entwurf die erforderlichen Drucksiebe hergestellt.
Auf Substrate mit hoher Wärmeleitfähigkeit (vorzugsweise Keramik mit > 95 % Al_2O_3-Anteil) werden Widerstandsschichten, Leitbahn- und Kontaktschichten (bestehend aus unterschiedlichen Pastensystemen) aufgedruckt. Diese Pastensysteme setzen sich zusammen aus

- Glasfritte
- Metallen und Metalloxiden
- organischen Bindern und
- Lösungsmitteln.

Sie erfüllen damit die wesentlichen Forderungen, die sich aus der drucktechnischen Verarbeitung ergeben.

Neben den Eigenschaften der Pasten beeinflussen auch solche Parameter das Druckergebnis wie

- Maschenweite des Siebes
- Siebspannung
- Größe des Absprunges
- Rakelgeschwindigkeit
- Rakeldruck
- Rakelhärte und
- Anstellwinkel der Rakel

Abgleich und Strukturieren

Schaltkreise in Dünnfilmtechnik werden in automatischen Elektronenstrahl-Bearbeitungsanlagen strukturiert und abgeglichen. Eine elektronisch geführte Strahl-Selbstpositionierung sichert den exakten Verlauf der Abgleichspuren und hohe Gleichmäßigkeit der Netzwerke. Im Steuergerät der Anlage können die Sollwerte der Widerstände so programmiert werden, daß der gesamte Wertebereich praktisch stufenlos überstrichen wird. Damit kann die Dimensionierung eines Netzwerkes uneingeschränkt optimiert werden.
Die automatische Elektronenstrahlbearbeitung der Filmschaltkreise sichert eine hohe Produktivität.

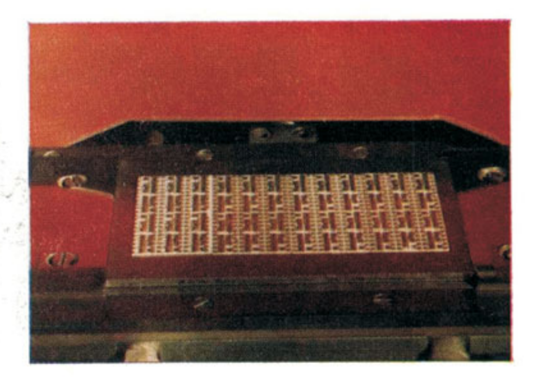
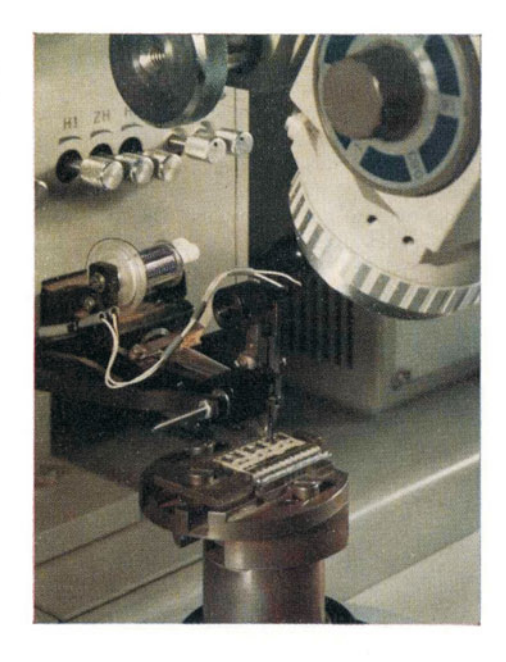


Abb. 5:
Drucktisch mit bedruckten Substraten

Der Abgleich von Dickfilmschaltkreisen wird mittels Laser, Elektronen- oder Sandstrahl durchgeführt.
Alle Abgleichmethoden können programmgesteuert durchgeführt werden und erlauben eine hohe Bearbeitungsgeschwindigkeit.

Durch den Funktionsabgleich wird die Anpassung der Widerstandswerte an die eingesetzten Bauelemente ermöglicht und eine Optimierung der Funktionskennwerte des gesamten Schaltkreises erreicht.

Abb. 7:
Arbeitsplatz zum Ultraschallbonden von gehäuselosen Halbleiterchips in Hybridschaltkreise.



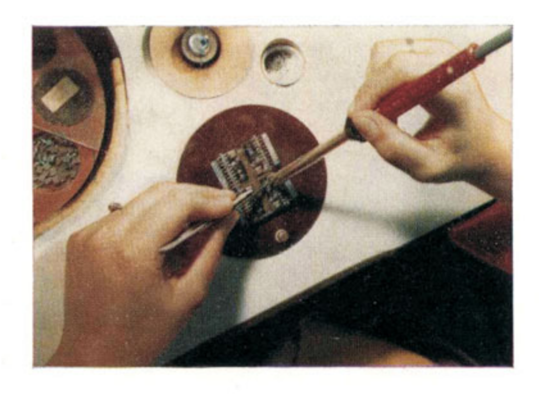


Abb. 6:
Handlötplatz zum Einsetzen von lötfähigen Bauelementen in Hybridschaltkreise

Trennen in Einzelschaltungen

Das Trennen der Substrate in Einzelschaltungen erfolgt durch übliche Trennverfahren, wie z. B. Diamantritzen, Elektronenstrahl- bzw. Laserstrahlschmelzritzen und anschließendes Brechen.

Montagetechniken

Im Montageprozeß werden passive Netzwerke in Dünnfilm- oder Dickfilmtechnik lediglich mit Anschlüssen versehen.
Aktive Hybridschaltkreise stellt man durch Montage verkapselter Halbleiterbauelemente bzw. gehäuseloser monolithisch integrierter Halbleiterchips, hybridgerechter Chip-Kondensatoren sowie weiterer Spezialbauelemente auf Dünn- bzw. Dickfilmwiderstandsnetzwerken her.

Als Montagetechniken kommen je nach Bauelementeausführung zur Anwendung:

- Löttechniken
- Eutektisches Verbinden
- Kleben
- Thermokompressionsbonden
- Ultraschallbonden
- Spaltschweißen

Zwischenmessung

Zur Sicherung der Qualität der Erzeugnisse wird vor der Umhüllung eine Zwischenmessung durchgeführt, in der defekte Schaltkreise ausgesondert werden.

Umhüllung der Schaltkreise

Die Umhüllung der integrierten Schaltkreise sichert den klimatischen und mechanischen Schutz, auch unter harten Betriebsbedingungen.

Umhüllungsverfahren sind:

- Tauchumhüllen
- Vergießen
- hermetisches Kapseln

Die Auswahl der Umhüllungsverfahren ist abhängig von:

- dem Einsatzgebiet und damit den physikalisch-technischen Forderungen (Klima, Wärmeübertragung, mechanische Beanspruchung).
- der geforderten Stabilität und Zuverlässigkeit

Endmessung

Auf rechnergesteuerten Endmeßautomaten werden alle wichtigen Funktionsparameter in anwendungsspezifischen Prüfschaltungen gemessen.
Der Endmeßprozeß sichert die Funktion auch bei Grenzdaten für Betriebsspannungen, Umgebungstemperaturen und für den worst-case-Fall der Außenbeschaltung.
Für besondere Anwendungsfälle können der Kennwertmessung besondere Testprogramme vorangehen.

Qualitätssicherung

Zahlreiche Kontrollschritte im Fertigungsablauf als Meßprozesse und Sichtkontrollen ergeben ein ökonomisch günstiges Ausbeutegefälle.
Eine hohe Standardqualität wird weiterhin durch ständige und umfassende Prozeßanalysen mittels elektronischer Datenverarbeitung erreicht.



Abb. 8:
Sichtkontrolle
von unbestückten
Einzelschaltungen

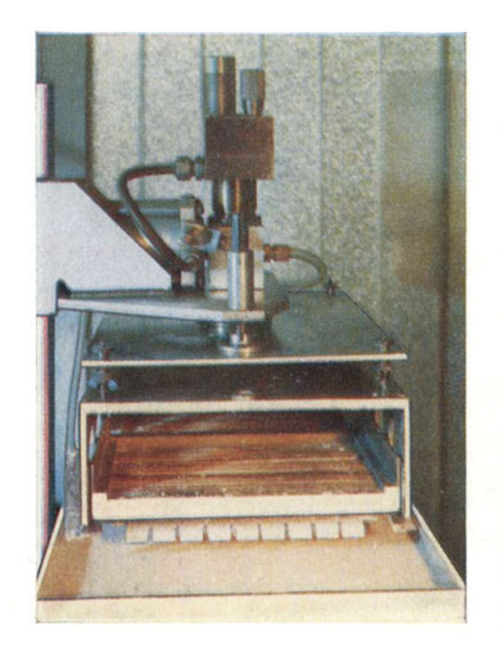


Abb. 9:
Anlage zum Tauchumhüllen von
Schaltkreisen

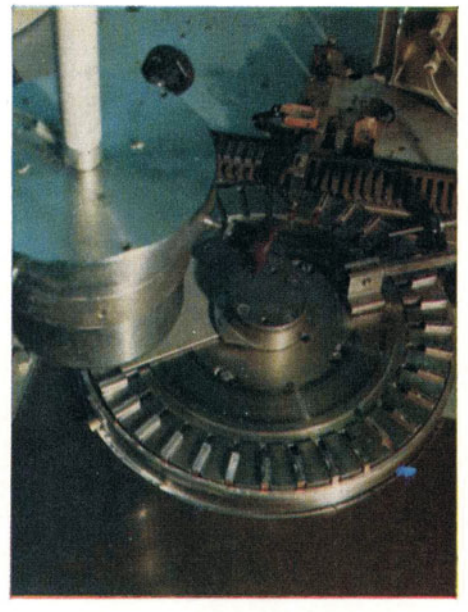


Abb. 10:
Anlage zum Vergießen
von becherumhüllten Schaltkreisen

5. Technische Kennwerte integrierter Filmschaltkreise

Die elektrischen, mechanischen und klimatischen Eigenschaften der Filmschaltkreise werden durch die Filmmaterialien und die jeweils angewendete Umhüllung bestimmt. Durch die zusätzlichen Einbaukomponenten können Einschränkungen auftreten.
Für besonders hohe Anforderungen wird die hermetisch dichte Ausführung Bauform D (s. Pkt. 9) eingesetzt.

Zugfestigkeit der Anschlüsse

1 N je Anschluß in axialer Richtung für die Dauer von max. 10 s
Eine permanente Zugbeanspruchung, die nicht aus der Eigenmasse des Schaltkreises resultiert, ist nicht zulässig.

Biegefestigkeit der Anschlüsse

10° an der Austrittsstelle
Flachbandanschlüsse sind nur über ihre Breitseite biegbar.
Torsionsbeanspruchung ist nicht zulässig.

Lötbarkeit der Anschlüsse

Tauch-, Schlepp- oder Schwallbad
Löttemperatur $\geqq$ 240 °C
Lötzeit: $\geqq$ 2,5 s

Lötbeständigkeit

Tauch-, Schlepp- oder Schwallbad
Lötbadtemperatur: 300 °C
max. Lötzeit 3 s
Lötbadtemperatur: 250 °C
max. Lötzeit 8 s
Das Gehäuse bzw. die Umhüllung der Filmschaltkreise ist dabei vor der Wärmestrahlung des Lötbades abzuschirmen (z. B. durch die Leiterkarte).

Reparaturlötbeständigkeit:

viermalige thermische Belastung mit zwischenzeitlicher Abkühlung auf Raumtemperatur ist zugelassen.

Dauer der Lötbarkeit:

18 Monate ab Herstellungsdatum, mindestens jedoch 9 Monate nach Auslieferung.

Flußmittelbeständigkeit

beständig gegenüber Flußmitteln nach TGL 200—0053/02
SW 31 nicht aktiviert
SW 32 aktiviert mit 5 % Salizilsäure

Waschmittelbeständigkeit

waschbar mit und ohne Ultraschall in folgenden Lösungsmitteln:

- Wasser 50 °C 3 min
- Alkohol 35 °C 3 min
- Flourkohlenwasserstoff F 113 48 °C 3 min

Schwingungsfestigkeit

Schwingbelastung 5 g
Frequenzbereich 10 Hz bis 500 Hz
Prüfklasse nach TGL 200-0057/04
FA 500—0,35/5—6
In konstruktiv begründeten Fällen können zusätzliche Befestigungselemente erforderlich sein.

Stoßfestigkeit

Stoßbelastung 40 g
Stoßzeit 2 ms—6 ms
Prüfklasse nach TGL 200-0057/04
Eb 6—40—8000

Schneller Temperaturwechsel

5 Zyklen
30 min obere Grenztemperatur
30 min untere Grenztemperatur
2—3 min Umsetzzeit

Feuchtebeständigkeit

- Kurzbeanspruchung nach TGL 9198
  5 Tage im Jahr
  95 % rel. Feuchte; 30 °C
- Dauerbeanspruchung nach TGL 9198
  6 Monate im Jahr
  80 % rel. Feuchte; 20 °C

5.1. Typische Kennwerte von Dünnfilmschaltkreisen

Realisierbarer Widerstandswertebereich, Toleranzklassen und Temperaturkoeffizient

Tabelle 1

Bereich der Nennwiderstandswerte R_N		Nennwiderstandswerttoleranz ΔR_N Kleinstwert % ±	Temperaturkoeffizient des Widerstandes TK_R $10^{-6} K^{-1}$ ±
von Ω	bis M Ω		
3 000	0,01	0,025	10; 15; 25; 50
1 000	0,1	0,05	
200	0,2	0,1	
50	0,5	0,25	50; 100
20	0,75	0,5	100
5	1,0	1,0	100; 200
	10,0	1,0	≧ 200

Werte zum maximalen Unterschied der TK_R-Werte innerhalb eines Widerstandsnetzwerkes (ΔTK_R, tracking) können zusätzlich vereinbart werden:

Präzisionsanwendungen — $(5 \ldots 25) \cdot 10^{-6}\,K^{-1}$

Industrielle Anwendungen — $(25 \ldots 100) \cdot 10^{-6}\,K^{-1}$

Betriebstemperaturbereiche bei Nennlast
Präzisionsanwendungen

- typischer Einsatzfall — −40 °C bis 100 °C
- bei erhöhten Stabilitätsforderungen für 0,025 %- und 0,05 %ige Widerstände — −40 °C bis 55 °C

Industrielle Anwendung — −25 °C bis 70 °C

Grenztemperaturen für Lagerungsprüfungen
Präzisionsanwendungen

- typischer Einsatzfall — −55 °C und 125 °C
- bei erhöhten Stabilitätsforderungen für 0,025 %- und 0,05 %ige Widerstände — −55 °C und 70 °C

Industrielle Anwendungen — −40 °C und 85 °C

Stabilität

2 500 h, 100 °C, Nennlast — $\leq$ 0,3 %
2 500 h, 55 °C, Nennlast — $\leq$ 0,1 %

5.2. Typische Kennwerte von Dickfilmschaltkreisen

Realisierbarer Widerstandswertebereich, Toleranzklassen, Temperaturkoeffizient und Spannungskoeffizient

System der Widerstands-paste	Bereich der Nenn-widerstandswerte		Nennwider-standswert-toleranz bei 23 °C	Temperatur-koeffizient	Spannungs-koeffizient
	von Ω	bis M Ω	% ±	TK_R $10^{-6}\,K^{-1}$	UK_R $10^{-6}\,V^{-1}$
1	10	0,045	1; 2; 5; > 5	+ 400 / − 500	0 bis − 10
2	4 500	3		+ 200 / − 400	0 bis − 50
3	10	10		± 100 / ± 250	0 bis − 20

Betriebstemperaturbereich bei Nennlast —25 °C bis 70 °C
Grenztemperaturen für Lagerungsprüfungen —50 °C und 85 °C
Stabilität
2 500 h, 70 °C, Nennlast ≤ 1,5 %

5.3. Typische Kennwerte von Dämpfungsnetzwerken

Dämpfungsnetzwerke sind vorwiegend in Dünnfilmtechnik ausgeführt, da besonders hier die speziellen Vorteile dieser Technik ausgenutzt werden können. Es gelten allgemein die Kennwerte aus der Dünnfilmtechnik nach Pkt. 5.1.

Spezielle Kennwerte von Dämpfungsgliedern und -ketten

Realisierbarer Dämpfungswertebereich in dB, Toleranzklassen, Wellenwiderstand.

Benennung	Bereich der Nenndämpfungswerte je Stufe dB		Nenndämpfungswerttoleranz an der j-ten Stufe bei 23 °C	Wellenwiderstand Ohm	
	von	bis	dB ±	von	bis
Dämpfungsglieder	0,4	4,0	0,02; 0,05; 0,1	50	600
		5,0	0,05; 0,1; 0,2		
		20,0	0,1; 0,2; 0,25		
Dämpfungsketten bis 5 Stufen	—	1,0	0,01; 0,02; 0,05	1 000	22 000
	1,0	2,0	0,02; 0,05; 0,1		
		5,0	0,05; 0,1; 0,2		
		10,0	0,05; 0,1; 0,2 0,25; 0,5; 1,0		

Frequenzverhalten:

Das Frequenzverhalten wird im wesentlichen durch das Layout bestimmt, welches typenabhängig ist. Die Dämpfung der Netzwerke ist frequenzunabhängig bis 350 MHz, in günstigen Fällen bis weit darüber.

Dämpfungsketten mit mehr als fünf Stufen werden auf besondere Anfrage hergestellt.

Eine spezielle Gruppe innerhalb der Dämpfungsnetzwerke stellen die logarithmischen Spannungsteiler dar. Wir fertigen ein umfangreiches Sortiment mit Dämpfungswerten je Stufe von 0,1 dB bis 20 dB.

6. Bauelemente für die Hybridtechnik

6.1. Hinweise für Schaltungsentwickler

Während bei passiven Schaltkreisen die Parameter von relativ wenigen Einflußgrößen bestimmt sind, werden durch den Einsatz von Hybridbauelementen Abmessungen, Preis, Zuverlässigkeit, Beschaffbarkeit und Lagerhaltung, Bemusterung, Fertigungsdurchlauf und Funktionsgarantie entscheidend beeinflußt. Da im allgemeinen bereits durch den Schaltungsentwickler die Auswahl der Bauelemente erfolgt, ist eine möglichst früh einsetzende Zusammenarbeit mit dem Hersteller des Layouts anzustreben. Nur damit kann eine optimierte Bestückung der Brettschaltung, die in eine integrierte Filmschaltung umgesetzt werden soll, erfolgen.

Nach Möglichkeit sollten bereits beim Schaltungsentwickler hybridgerechte Bauformen eingesetzt werden, das gilt ganz besonders für Halbleiterbauelemente. Der Einsatz von gehäuselosen Chip-Bauelementen bringt dabei besondere Probleme mit sich. Einerseits kann der Schaltungsentwickler oft wegen fehlender Ausrüstungen die Erprobung der Chips nicht durchführen, andererseits kann nicht direkt von den Funktionsdaten der gekapselten Ausführung auf die der Chips geschlossen werden. Durch den erforderlichen Schutz ist nur der Einsatz in hermetisierter Bauform der Hybridschaltkreise möglich. Eine Vorselektion vor der Bestückung ist dynamisch kaum und statisch mit relativ hohem Aufwand durchführbar.

Der Chipeinsatz wird also vornehmlich für Spezialschaltkreise mit hohem Integrationsgrad beschränkt bleiben.
Der Schaltungsentwickler kann die Umsetzung seines Entwurfes in eine integrierte Schaltung wesentlich beschleunigen, wenn folgende Hinweise beachtet werden:

- Die Schaltung sollte bereits einer ausgewählten Technologie (Dünn- oder Dickfilm) angepaßt sein. Dies betrifft insbesondere Verhältnis der Widerstandswerte, Belastbarkeit, minimale Toleranzen und Temperaturkoeffizienten.
- Der Stromlaufplan ist möglichst kreuzungsarm auszulegen
- Alle für den Abgleich erforderlichen Meßpunkte sollten an Außenanschlüssen abgreifbar sein, um Innenkontakte zu vermeiden.
- Es ist möglichst auf das sofort verfügbare Bauelementesortiment für Hybride zurückzugreifen.

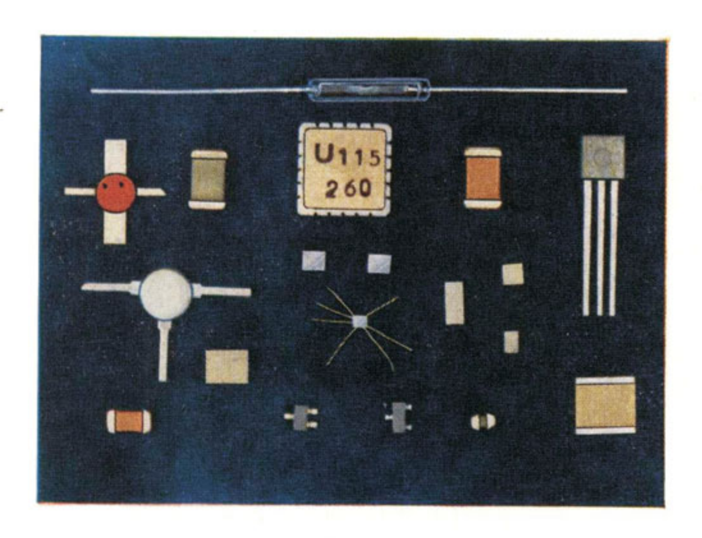
6.2. Auswahlkriterien für Hybrid-Bauelemente

Bauelemente für den Einsatz in Filmschaltkreisen müssen bestimmte Anforderungen erfüllen:

- kleine Einbaumaße
- Lage der Anschlußelemente in einer Ebene
- günstige Form für automatisierte Sortier- und Bestückungsprozesse
- Verträglichkeit mit Substrat- und Umhüllungsmaterialien
- Verträglichkeit mit Fluß-, Wasch-, Klebe- und Passivierungsmitteln
- Beständigkeit gegen Ultraschallwaschprozesse
- Temperaturfestigkeit gegen die in den Prozeßschritten Kontaktieren, Umhüllen u. ggf. Reparaturlöten auftretenden Wärmebelastungen.

Da die Einhaltung dieser Forderungen die Qualität und Gebrauchseigenschaften der Hybridschaltkreise entscheidend beeinflußt, werden nur solche Bauelemente zur Hybridierung verwendet, die in umfangreichen Eignungsprüfungen alle Parameter einhalten.

Abb. 11:
Bauelementeauswahl
für die Hybridtechnik



6.3. Halbleiterbauelemente

Halbleiter können in vielfältiger Form in die Filmschaltungen eingesetzt werden. Vorzugsweise kommen Einzelhalbleiter in den Standardgehäusen SOT 23, TO 106 (Mikro-E), Miniplast und integrierte Schaltungen im Mini-DIP oder Chip-Carrier-Gehäuse bzw. gehäuselos als Chip zum Einsatz.

Transistoren für NF-, HF- und Schalteranwendungen

Typ	Polarität	Anwendung	Zulässige Grenzdaten				Kenngrößen bei 25 °C								
			U_{CEO}	U_{CBO}	I_C	P_{tot}	I_{CBO} $U_{CB} = 20$ V	$U_{CE\,sat}$ $J_C = 10$ mA;	$U_{BE\,sat}$ $J_B = 0{,}5$ mA	f_T $J_C = 10$ mA	F	h_{21E} bei	I_C	U_{CE}	Bauform
			V	V	mA	mW	nA	V	V	MHz	dB		mA	V	Abb.
BCE 107	NPN	NF	45	45	200	150	$\leqq$ 15	$\leqq$ 0,25	$\leqq$ 0,8	> 150	$\leqq$ 10	125÷500	2	5	12
BCE 108	NPN	NF	20	20	200	150	$\leqq$ 15	$\leqq$ 0,25	$\leqq$ 0,8	> 150	$\leqq$ 10	125÷900	2	5	12
BCE 109	NPN	NF	20	20	200	150	$\leqq$ 15	$\leqq$ 0,25	$\leqq$ 0,8	> 150	$\leqq$ 4	240÷900	2	5	12
BCE 177	PNP	NF	45	45	200	150	$\leqq$ 100	$\leqq$ 0,20	$\leqq$ 0,8	200	$\leqq$ 10	75÷500	2	5	12
BCE 178	PNP	NF	25	25	200	150	$\leqq$ 100	$\leqq$ 0,20	$\leqq$ 0,8	200	$\leqq$ 10	75÷900	2	5	12
BCE 179	PNP	NF	20	20	200	150	$\leqq$ 100	$\leqq$ 0,20	$\leqq$ 0,8	200	$\leqq$ 4	125÷900	2	5	12
BFE 214	NPN	NF	30	30	30	150	$\leqq$ 100	–	0,65÷0,75	$\geqq$ 150	$\leqq$ 3,5	90÷330	1	10	12
BFE 215	NPN	NF	30	30	30	150	$\leqq$ 100	–	0,65÷0,75	$\geqq$ 150	$\leqq$ 3,5	35÷165	1	10	12
SC 236	NPN	NF	20	30	100	200	$\leqq$ 100	0,07 (typ.)	0,73	170	–	56÷560	2	6	13; 14
SC 237	NPN	NF	45	50	100	200	$\leqq$ 100	0,07 (typ.)	0,73	170	< 8	56÷560	2	6	13; 14
SC 238	NPN	NF	20	30	100	200	$\leqq$ 100	0,07 (typ.)	0,73	170	< 8	56÷1120	2	6	13; 14
SC 239	NPN	NF	20	30	100	200	$\leqq$ 100	0,07 (typ.)	0,73	170	< 4	112÷1120	2	6	13; 14

Transistoren

Typ	Polarität	Anwendung	Zulässige Grenzdaten				Kenngrößen bei 25 °C								
			U_{CEO}	U_{CBO}	I_C	P_{tot}	I_{CBO} $U_{CB} = 20$ V	$U_{CE\,sat}$ bei $\frac{IC}{IB}$	$U_{BE\,sat}$	f_T $J_C = 10$ mA	F	h_{21} bei	I_C	U_{CE}	Bauform
			V	V	mA	mW	nA	V	V	MHz	dB		mA	V	Abb.
SF 215	NPN	HF	15	20	100	200	100	–	$\leqq 1{,}0$	> 100	8	28÷560	2	6	13; 14
SF 216	NPN	HF	20	40	100	200	100	–	$\leqq 1{,}0$	> 100	8	28÷560	2	6	13; 14
SF 225	NPN	HF	25	40	25	200	500*)	–	–	500	< 5	> 40	1	10	13; 14
SF 235	NPN	HF	25	40	25	200	500*)	–	–	400	< 4	> 28	1	10	13; 14
SF 240	NPN	HF	30	40	25	160	500*)	–	–	430	3	30÷150	4	10	13; 14
SF 245	NPN	HF	25	40	25	200	< 500*)	–	–	780	3	> 38	7	10	13; 14
SS 216	NPN	Schalter	15	20	100	200	< 100	0,45 $\frac{30}{3}$	$\leqq 1{,}0$	–	–	18÷280	30	0,5	13; 14
SS 218	NPN	Schalter	15	20	100	200	< 100	0,45 $\frac{30}{3}$	$\leqq 1{,}0$	–	–	18÷280	30	0,5	13; 14
SS 219	NPN	Schalter	15	20	100	200	< 100	0,45 $\frac{30}{3}$	$\leqq 1{,}0$	–	–	18÷280	30	0,5	13; 14

*) $U_{CB} = 40$ V

Typ	Zulässige Grenzdaten U_R	I_F	P_{tot}	Kenngrößen bei 25 °C U_F	bei I_F	I_R	bei U_R	C_{tot}	t_{rr}	Bauform Abb.	Anschlußbeleg. 1	2	3
	V	mA	mW	V	mA	nA	V	pF	ns				
BAE 795	50	80	150	≤ 1	50	≤ 100	50	≤ 2	≤ 2	15	A		K
BAE 895	50	2 × 80	200	≤ 1	50	≤ 100	50	≤ 2	≤ 2	15	A1	A2	K
BAE 995	50	2 × 80	200	≤ 1	50	≤ 100	50	≤ 2	≤ 2	15	K1	K2	A

A = Anode / K = Katode

Bauformen für Transistoren und Dioden

(Maße in mm)

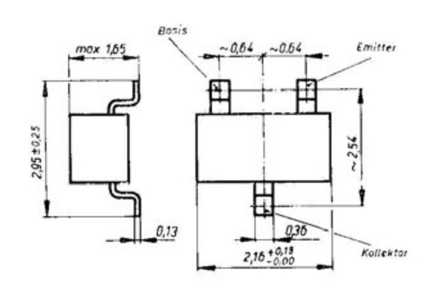


Abb. 12

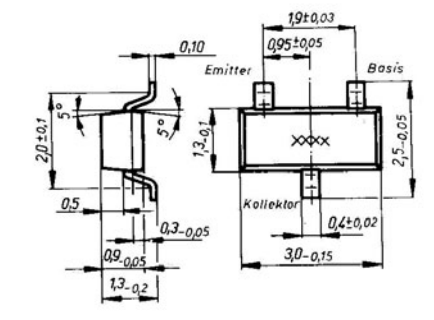


Abb. 13

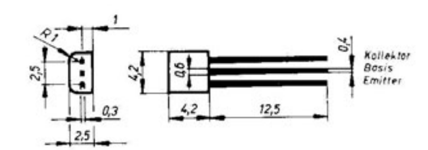


Abb. 14

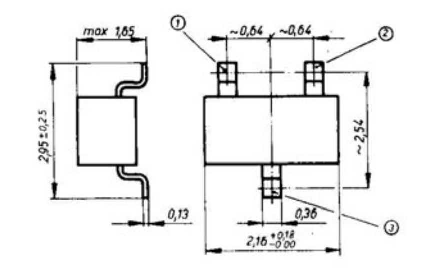


Abb. 15

6.4. Keramik-Vielschichtkondensatoren

Kondensatoren kommen vorzugsweise mit Kapazitätswerten aus der Reihe E 12 und in technisch begründeten Fällen aus der Reihe E 24 zum Einsatz.

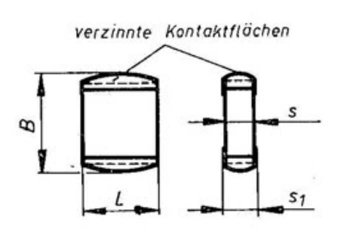


Abb. 16:
Bauformen der Typenreihe K 10–9

Kapazitätswertebereich	Typ I	2,2 pF bis 15 nF
	Typ II	150 pF bis 0,47 nF
Werkstoffe	Typ I	P 33, M 47, M 75, M 750, M 1 500
	Typ II	N 20, N 30, N 90

Die Abmessungen der Kondensatoren sind abhängig vom Kapazitätswert und dem eingesetzten Werkstoff.

Folgende Kleinst- und Größtwerte sind möglich:

	Kleinstwert/mm	Größtwert/mm
Länge L	$2^{+0,2}_{-1,0}$	$8^{+0,5}_{-4,0}$
Breite B	$2 \pm 0,2$	$8^{+0,2}_{-1,0}$
Chipdicke s	0,6	2,5
Chipdicke s_1	1,2	3,0

Allgemeine Kenngrößen von Keramik-Vielschichtkondensatoren

Kenngröße	Werkstoffgruppe							
	P 33	M 47	M 75	M 750	M 1 500	N 20	N 30	N 90
Temperaturkoeffizient d. Kapazität für 1 K von 20 bis 80 °C / 10^{-6}	+(33±30)	−(47±30)	−(75±30)	−(750±100)	−(1500±200)	−	−	−
Kapazitätsänderung im Temp.-Bereich −60 bis +20 °C / %	± 0,5	− 1,5	− 2	− 12	− 25	−	−	−
Kapazitätsänderung im Temp.-Bereich −60 bis +85 °C / %	−	−	−	−	−	± 20	±30	+50 −90
Toleranzklassen / % (jedoch min ± 0,4 pF)	± 5; ± 10; ± 20					± 20 + 50 − 20	+50 −20	+80 −20
tan δ 25 °C 85 °C 96 h rel. F 98 %; 40 °C	0,0015 0,0025 0,0025	0,0015 0,0025 0,0025	0,0015 0,0025 0,0025	0,0015 0,0025 0,0025	0,0015 0,0025 0,0025	0,035 0,035 0,085	0,035 0,035 0,055	
Isolationswiderstand / MΩ 25 °C 85 °C 96 h rel. F 98 %; 40 °C	10 000 1 000 1 000	10 000 1 000 1 000	10 000 1 000 1 000	10 000 1 000 1 000	10 000 1 000 1 000	1 000 100 100	1 000 100 100	
Nennspannung / V	15	15	15	15	15	25	15	
Prüfspannung / V	45	45	45	45	45	75	45	

7. Integrierte Hybridschaltkreise – spezielle technische Kennwerte

Die allgemeinen technischen Kennwerte der Hybridschaltkreise entsprechen im wesentlichen denen der Filmschaltkreise und sind Pkt. 5 zu entnehmen.

Treten durch die Hybridierung Einschränkungen auf, sind diese in den typspezifischen Erzeugnisunterlagen festgelegt. Die speziellen Kenndaten der Hybridschaltkreise wie Schaltplan, Widerstandswerte, eingesetzte Hybrid-Bauelemente, Funktionsparameter, Zuverlässigkeitsangaben und Prüfschaltungen werden mit dem Abnehmer vereinbart und in den Technischen Bedingungen des Herstellers (TB) festgelegt.

8. Prüfungen

Unsere Erzeugnisse unterliegen einem strengen Qualitätssicherungssystem sowohl während des gesamten Fertigungsablaufes als auch in Form von turnusmäßigen Qualitätsüberprüfungen.
Durch die drei Prüfkategorien

- Abnahmeprüfungen (A)
- Periodische Prüfungen (B)
- Typprüfungen (Q)

wird eine gleichbleibend hohe Qualität der integrierten Film- und Hybridschaltkreise gesichert.

8.1. Abnahmeprüfungen

Die Abnahmeprüfung erfolgt an allen zur Auslieferung vorgesehenen Erzeugnissen und wird im Stichprobenverfahren als Attributprüfung nach TGL 14 450, Prüfstufe II durchgeführt.

Geprüft werden alle Parameter, die für die weitere Verarbeitbarkeit von Bedeutung sind:

- äußere Beschaffenheit
- Kennzeichnung
- Abmessungen
- alle elektrischen Hauptkenngrößen.

Die Bewertung erfolgt gemäß folgender Tabelle:

Nr.	Kenngröße		Prüfgruppe	AQL-Wert		
				IG 1	IG 2	IG 3
1	Äußere Beschaffenheit		A 1	1,0		
2	Kennzeichnung					
3	Abmessungen		A 2			
4	Elektrische Eigenschaften Hauptkenngrößen	K-Werte	A 3	0,25		0,4
		a-Werte		1,0	1,5	2,5
	Summen-AQL		A 1 bis A 3	1,5	2,5	2,5

8.2. Periodische Prüfungen

Bei gleichbleibender Konstruktion, Werkstoffauswahl und Technologie werden vom Staatlichen Technischen Kontrollorgan (TKO) die periodischen Prüfungen mindestens aller sechs Monate durchgeführt.
Zur periodischen Prüfung werden die Schaltkreise während des zu beurteilenden Zeitraumes als Zufallsstichproben aus Posten entnommen, die die A-Prüfung bestanden haben.

Der Gesamtumfang der Prüfung gliedert sich in acht Gruppen B 1 bis B 8, die Beurteilung wird nach der Einhaltung der Kriterien der A-Prüfung (Nr. 1—4) bzw. Einhaltung der Nebenkenngrößen (Nr. 8) vorgenommen.

Die Bewertung ist aus der Tabelle zu ersehen.

Nr.	Kenngröße	Prüfgruppe	AQL-Wert			
			IG 1	IG 2	IG 3	
			n/c	AQL	n/c	AQL
5 6 7	Zugfestigkeit Biegefestigkeit Dichtheit	B 1	32/2 (32/1)	2,5	32/3 (32/2)	4,0
8 9 10	Elektrische Eigenschaften, Nebenkenngrößen Trockene Wärme, Betrieb Niedrige Temperatur, Betrieb	B 2	32/2 (32/1)	2,5	32/3 (32/2)	4,0
11 12 13 14	Masse Lötbarkeit d. Anschlüsse Wischfestigkeit d. Kennzeichnung Waschmittelbeständigkeit	B 3	32/1 (50/1)	1,5	20/1 (32/1)	2,5
15 16 17	Schwingungsfestigkeit Stoßfestigkeit Konstante Beschleunigung	B 4	32/1 (50/1)	1,5	20/1 (32/1)	2,5
18 19 20	Lötbeständigkeit Schneller Temperaturwechsel Feuchte Wärme	B 5	32/1 (50/1)	1,5	20/1 (32/1)	2,5
21	Prüfzuverlässigkeit	B 6	$\lambda_{P0,6}$ nach TB			
22	Trockene Wärme, Lagerung	B 7	32/1 (50/1)	1,5	20/1 (32/1)	2,5
23	Niedrige Temperatur, Lagerung	B 8	32/1 (50/1)	1,5	20/1 (32/1)	2,5

n = Anzahl der Prüflinge c = zugelassene Ausfälle.
Die in Klammern gesetzten Werte der n/c-Kombinationen gelten für die Wiederholungsprüfung.

8.3. Typprüfung

Die Typprüfung wird einmalig durchgeführt

- bei Überleitung des Erzeugnisses in die Produktion
- bei allen Änderungen der Technologie, des Fertigungsablaufes, des Materialeinsatzes oder der Konstruktion, die sich auf die Qualität auswirken können.

Die Q-Prüfung setzt sich aus A- und B-Prüfung, einschließlich der Prüfung aller Sonderforderungen, zusammen.

8.4. Allgemeine Hinweise zur Durchführung der Prüfungen

Alle Prüfungen und Messungen sind, wenn nicht besonders angegeben, bei Standard-Meßbedingungen durchzuführen.

Temperatur	15 bis 35 °C
relative Luftfeuchte	45 bis 75 %

Elektrische Kenngrößen sind, wenn hierfür keine besonderen Werte vorgegeben sind, bei 23 °C ± 2 K und einer relativen Luftfeuchte bis 65 % durchzuführen.

Vor jeder Messung und Prüfung sind die Schaltkreise, wenn nichts anderes festgelegt ist, mindestens zwei Stunden unter Normalbedingungen zu lagern.

9. Bauformen und Kennzeichnung

Die Anzahl der Anschlüsse wird so gezählt, daß unbesetzte Anschlußstellen im Rastermaß mitgezählt werden.

Form A

Plastverschlossenes Metallgehäuse ohne Endanschluß
Anschlüsse einseitig (SIL)

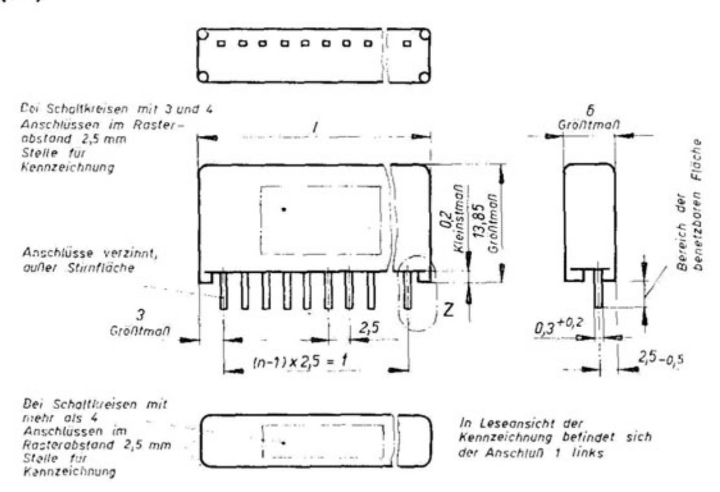
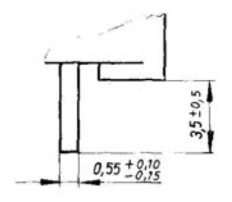


Abb. 17



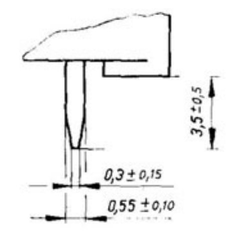


Abb. 18

Einzelheit Z

A 1 — nicht angespitzte Anschlüsse

A 2 — angespitzte Anschlüsse

Anzahl n der Anschlüsse im Rasterabstand 2,5 mm	A 1	3	4	6	8	10	12
	A 2	—	—				
l Größtmaß		10,0	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5
t		5,0	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5

Bezeichnung einer Form A 1 mit 8 Anschlüssen im Rasterabstand 2,5 mm: A 1/8 TGL 29 948

Soll diese Bauform mit unbeschnittenen Anschlüssen geliefert werden, (Kleinstmaß 6 mm) lautet die Bezeichnung: A 1/8u TGL 29 948.

Form B

Tauchumhüllung, Anschlüsse einseitig (SIL)

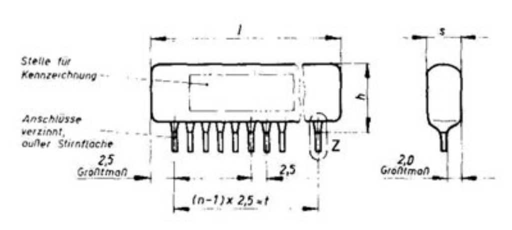


Abb. 19

In Leseansicht der Kennzeichnung befindet sich der Anschluß 1 links

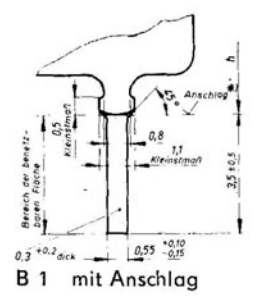
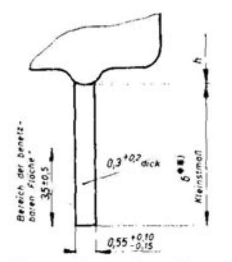


Abb. 20

B 1 mit Anschlag



B 2 ohne Anschlag
Anschlüsse unbeschnitten

Der Anschlag kann auch aus Auflagenokken, Sicken oder anderem bestehen.

Die Anschlüsse der Form B 2 können im Abstand ≧ 2 mm von der Unterkante des umhüllten Schaltkreises mit einem Biegeradius r = 0,5 mm um 90° über ihre Breitseite abgebogen werden. Die Umhüllung und die Anschlüsse sind beim Biegevorgang vor Beschädigungen zu schützen; es dürfen keine Kräfte auf den Schaltkreis übertragen werden.

Anzahl n der Anschlüsse im Rasterabstand 2,5 mm		3	4	5	6	8	10	12
h Größtmaß	B1—9 B2—9	8,5						
	B1—14 B2—14	13,5						
l Größtmaß		t + 5,0						
t		(n—1) · 2,5						
s Größtmaß		3,0; 5,0; 7,5; 10,0						

Bezeichnung einer Form B1 von Höhe h = 13,5 mm
Dicke s = 3,0 mm und 8 Anschlüssen im Rasterabstand 2,5 mm:
B1—14/3,0/8 TGL 29 948

Form C

Plastverschlossenes Metallgehäuse mit Erdanschlüssen
Anschlüsse einseitig (SIL)

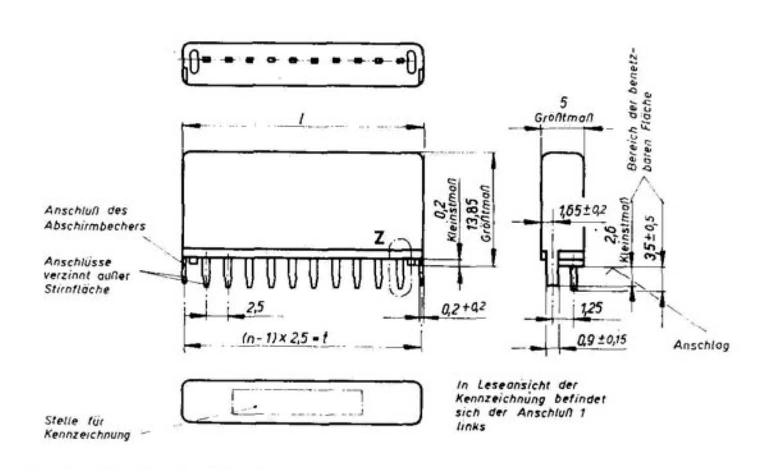


Abb. 21

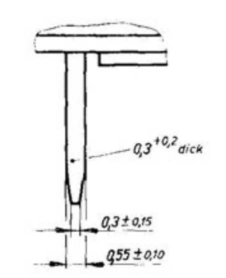


Abb. 22: Einzelanschluß

Anzahl n der Anschlüsse im Rasterabstand 2,5 mm	6+2*)	10+2*)
l Größtmaß	18,2	28,2
t	17,5	27,5

*) Anschlüsse des Abschirmbechers (Erdanschlüsse)

Bezeichnung einer Form C mit 10 Anschlüssen: C 10 TGL 29 948

Form D

Hermetikstiftgehäuse in Metall-Glas-Ausführung mit Erdanschluß, Anschlüsse zweireihig (DIL)

Abb. 23

Bezeichnung einer Form D mit 24 Anschlüssen im Reihenabstand 22,5 mm von Einbauhöhe 8,5 mm (9): D 24/22,5—9 TGL 29 948.

Wird diese Bauform ohne Erdungsanschluß gewünscht, lautet die Bezeichnung: D 24/22,5—9 TGL 29 948 — oE

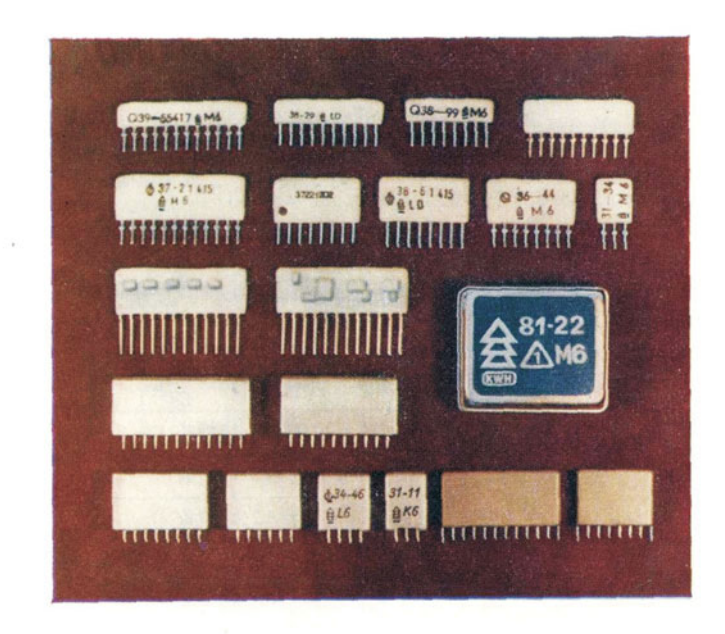


Abb. 24
Bauformenzusammenstellung

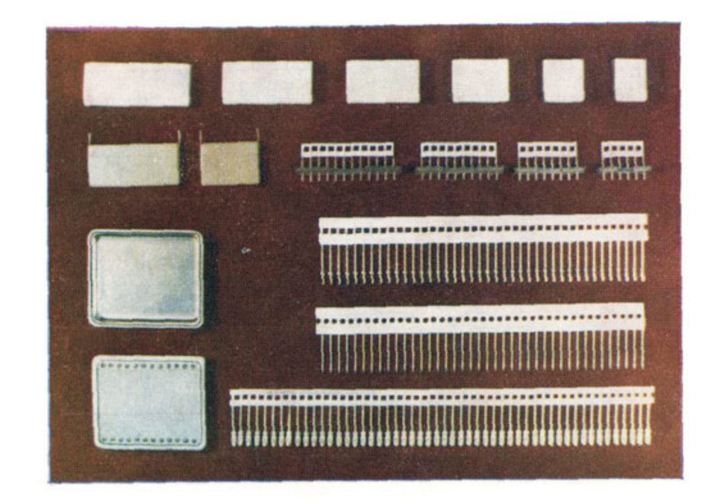


Abb. 25
Verschiedene Ausführungsformen von Anschlußarmaturen und Umhüllungsbechern

Kennzeichnung

Die Kennzeichnung der integrierten Film- und Hybridschaltkreise enthält folgende Informationen:

- Herstellerzeichen
- Typkurzzeichen
- Herstellungsdatum nach TGL 31 667
- Gütezeichen des ASMW
- Anschluß 1

Wenn es aus Platzmangel nicht möglich ist, die Kennzeichnung im vollen Umfang aufzubringen, werden mindestens das Typkurzzeichen und das Herstellungsdatum aufgedruckt.

Abweichende Kennzeichnung nach dem Wunsche des Abnehmers (z. B. Farbpunkte, Symbole u. ä.) sind möglich.

Typkurzzeichen

Das Typkurzzeichen besteht im Normalfall aus einer 4-stelligen Zählnummer.

Durch die Verwendung von zwei weiteren Ziffern können Temperaturkoeffizient und Toleranz gekennzeichnet werden.

1.—4. Ziffer Typennumerierung (Zählnummer).

5. Ziffer Temperaturkoeffizient TK_R

1	$\pm 100 \cdot 10^{-6}\,K^{-1}$
2	$\pm 50 \cdot 10^{-6}\,K^{-1}$
3	$\pm 25 \cdot 10^{-6}\,K^{-1}$
4	$\pm 15 \cdot 10^{-6}\,K^{-1}$
5	$\pm 10 \cdot 10^{-6}\,K^{-1}$
6	$\pm 200 \cdot 10^{-6}\,K^{-1}$ (bzw. $\pm 250 \cdot 10^{-6}\,K^{-1}$ bei Dickfilm)
9	$> \pm 200 \cdot 10^{-6}\,K^{-1}$ und Sonderforderungen

6. Ziffer Nennwiderstandswerttoleranz bzw. Dämpfungstoleranz

	Nennwiderstandswert-toleranz %	Dämpfungstoleranz dB
1	±0,025	—
2	±0,05	—
3	±0,1	±0,01
4	±0,25	±0,02
5	±0,5	±0,05
6	±1	±0,1
7	±2	±0,2
8	±5	±0,25
9	>±5 und Sonderforderungen	Sonderforderungen

10. Erzeugnissortiment und Anwendungsbeispiele

Aus dem umfangreichen Erzeugnissortiment geben wir hier nur eine Auswahl typischer Schaltkreisvertreter wieder. Auf Anfrage senden wir Ihnen gern ausführliche Angebotsblätter zu.

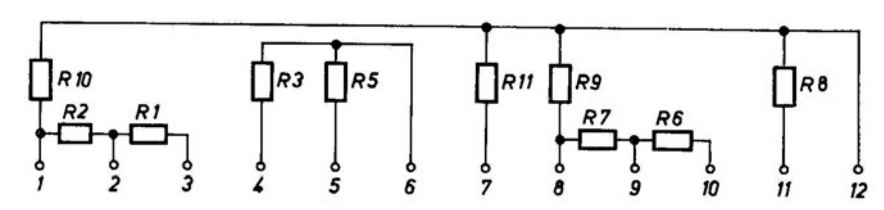
10.1. Integrierte Widerstandsnetzwerke

Der Einsatz erfolgt überall dort, wo höchste Anforderungen an die Widerstandsbauelemente in elektronischen Schaltungen gestellt werden.

Typische Einsatzfälle sind

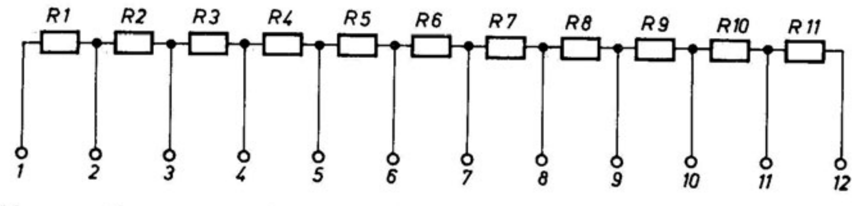
- Eingangsteiler elektronischer Meßgeräte
- fernmeldetechnische Anlagen
- Reglerschaltungen in der MSR-Technik
- D/A- und A/D-Wandlung von elektrischen Signalen.

Abb. 26



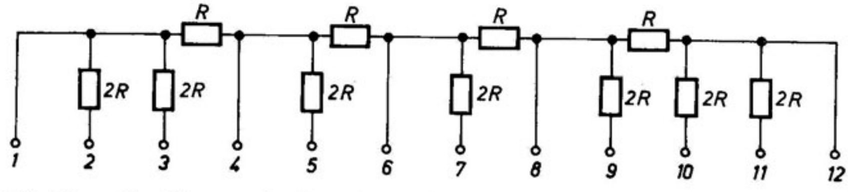
Widerstandsnetzwerk Typ 39 – 57 Bauform B1–14/3,0/12

Abb. 27



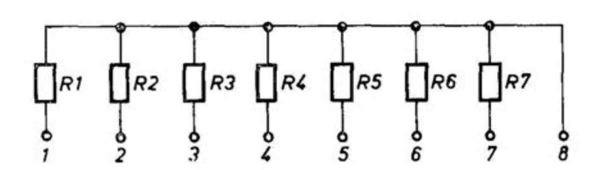
Linearer Spannungsteiler Typ 36 – 39 Bauform B1–14/3,0/12

Abb. 28



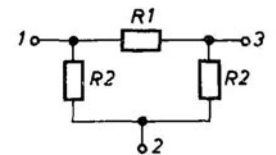
D/A-Wandler-Netzwerk Typ 36 – 28 Bauform B1–14/3,0/12

Abb. 29



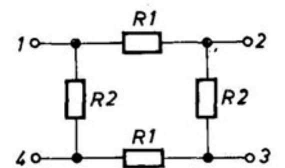
Stromteiler Typ 39 – 63 Bauform B1–14/3,0/8

Abb. 30



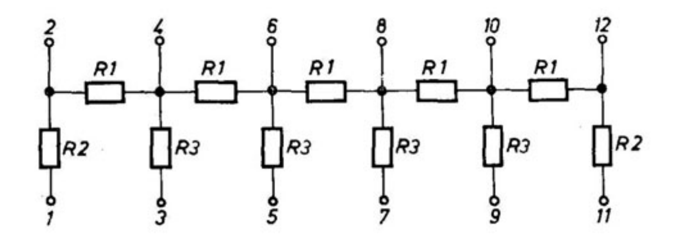
Dämpfungsglieder, unsymmetrisch, Typenreihe Bauform B1–14/3,0/3

Abb. 31



Dämpfungsglieder, symmetrisch, Typenreihe Bauform B1–14/3,0/4

Abb. 32



Dämpfungsketten, Typenreihe Bauform B1–14/3,0/12

10.2. Integrierte Hybridschaltkreise

Antennenbreitbandverstärker Typ 44 – 31

Anwendung als Kabeltreiber für UHF und VHF in Antennenanlagen sowie als Meßverstärker bis 800 MHz.

Die Dickfilmtechnik gestattet hier, Induktivitäten mit hoher Reproduzierbarkeit in das Layout einzubeziehen.

Schaltkreis für die Medizintechnik Typ 44 – 27

Die hohen Anforderungen an Funktionssicherheit und Zuverlässigkeit in der Medizintechnik setzen besonders hohe Maßstäbe an den gesamten Fertigungsablauf und die Qualitätssicherung. Nur vorgeprüfte Bauelemente werden mit modernen Montageverfahren eingesetzt. 100$^{0}/_{0}$ige Zuverlässigkeitsausgangsprüfung mit exemplarisch festgehaltenen und archivierten Hauptkennwerten sichern ein hohes Qualitätsniveau.

Der Einsatz der Mikroelektronik erschließt neue Möglichkeiten der Therapie in der Medizin.

Impulsformer Typ 85 – 11

Anwendung zur Formung von Zähl- und Nullimpulsen für ein numerisches Meßsystem für die digitale Lagenmessung in Industrie und Forschung, insbesondere im Werkzeugmaschinen- und Meßgerätebau.

Beispiel für den großen Einsatzbereich von Dickfilmschaltungen und die Kombinationsmöglichkeit mit integrierten monolithischen Schaltkreisen in gehäuseloser Chipform.

Die Schaltung enthält 6 IC's, 8 Dioden und 25 Widerstände. Durch das Einbonden der IC's erhält man eine besonders kompakte Baugruppe, die gegenüber einem Aufbau mit Einzelbauelementen auf gedruckter Leiterplatte eine erhebliche Volumeneinsparung bringt.

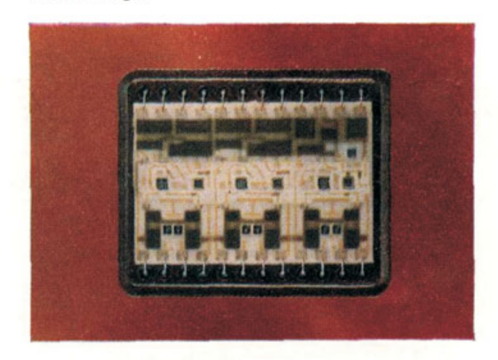


Abb. 33
Sonderbauform

Abb. 34
Bauform D 24/22,5–9

Summierverstärker Typ 81 – 22

Universeller Summierverstärker für die Meß-Steuer- und Regelungstechnik. Gemeinsam mit dem Schaltkreis **Grenzwerttrigger Typ 81—21** bildet er eine multivalent einsetzbare Reglereinheit (Abb. 36).

Der Schaltkreis erhält durch die Kombination von hochpräzisen Widerständen mit niedrigen TK-Werten und monolithischen Schaltkreisen und Transistoren höchste Gebrauchseigenschaften.

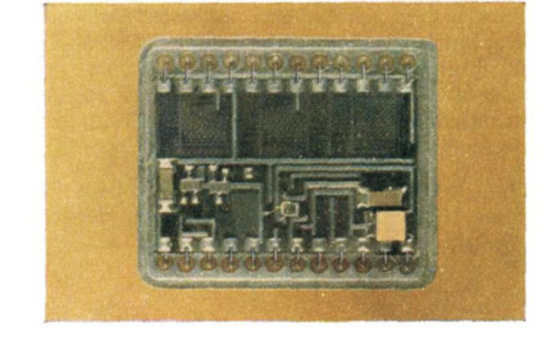


Abb. 35
Bauform D 24/22,5—9

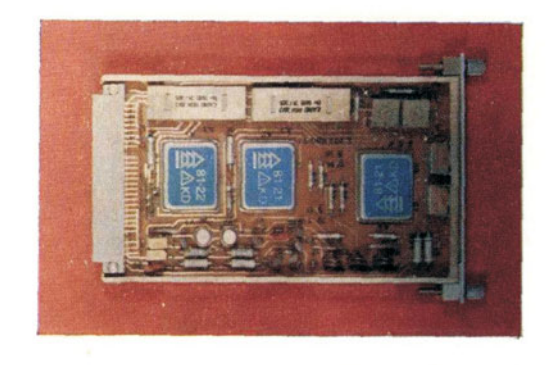


Abb. 36
Reglereinheit mit Summierverstärker Typ 81—22 und Grenzwerttrigger Typ 81—21

Aktives Filter Typ 81 – 41

Hybridschaltkreis für ein phasenzyklisches Meßsystem in numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen des Systems CNC 600

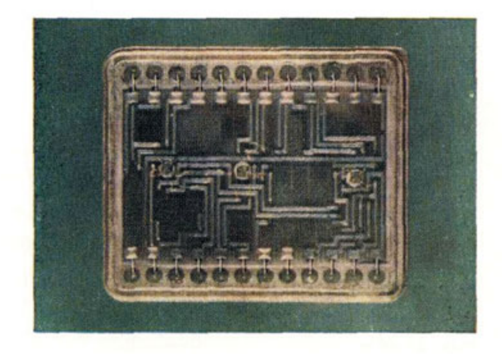


Abb. 37
Bauform D 24/22,5–9

11. Hinweise für Schaltungsentwickler und Anwender

Zur Bearbeitung Ihrer Anfrage bitten wir um folgende Angaben:

- Bezeichnung des Schaltkreises
- Bauform nach Abschnitt 9
- Stromlaufplan mit gewünschter Anschlußfolge
- Bauelemente
  Widerstände (Widerstandswert, elektrische Belastung, Temperaturkoeffizient, rel. TK, Sonderwünsche)
  Halbleiter (Typen, Stromverstärkungsgruppe, Spannungs- und Stromwerte, Bauform)
  Kondensatoren (Kapazitätswert, Toleranz, Nennspannung, TK, tan δ, Bauform)
  Sonstige Bauelemente (Induktivitäten, Koppelelemente u. a.)
- Allgemeine Betriebsbedingungen und technische Forderungen
  Betriebsspannungen
  Betriebstemperaturbereich und Grenztemperaturen
  Klimatische Forderungen
  Mechanische Forderungen
  Transport- und Lagerbedingungen
  Zuverlässigkeitsforderungen
- Prüfungen (ggf. mit Prüfschaltungen)
- Liefermengen für Muster- und Serienfertigung
- Preisvorstellungen.

Für die Klärung weiterer Fragen beraten Sie gern unsere Kundendienst- und Entwicklungsingenieure.

12. Standards

Für integrierte Film- und Hybridschaltkreise gelten folgende Standards der DDR, auf die zum Teil in diesem Datenbuch Bezug genommen wird:

TGL 32 377/01	Bauelemente der Elektronik; Allgemeine Begriffe
TGL 32 377/02	Bauelemente der Elektronik; Grundlegende technische Bedingungen
TGL 29 950/01	Integrierte Filmschaltkreise; Allgemeine technische Bedingungen
TGL 29 950/06	Integrierte Filmschaltkreise; Typgruppe Widerstandsnetzwerke in Dünnfilmtechnik; Allgemeine technische Bedingungen
TGL 29 950/08	Integrierte Filmschaltkreise; Typgruppe Widerstandsnetzwerke in Dickfilmtechnik; Technische Bedingungen
TGL 29 950/10	Integrierte Filmschaltkreise; Typgruppe Dämpfungsnetzwerke; Technische Bedingungen
TGL 34 798	Integrierte Hybridschaltkreise; Allgemeine technische Bedingungen
TGL 29 948	Bauformen für integrierte Hybrid- und Filmschaltkreise
/01	Form A
/02	Form B
/03	Form C
/04	Form D (in Vorbereitung)
TGL 29 949	Integrierte Hybrid- und Filmschaltkreise; Begriffe
TGL 200-0053/02	Bauelemente der Elektronik; Löteigenschaften; Lötbarkeit der Anschlüsse; Technische Forderungen, Prüfung
TGL 200-0057/04	Elektrische Informations- und Meßtechnik; Stoßfolge- und Schwingungsprüfung, Prüfklassen
TGL 9198	Umgebungseinflüsse auf technische Erzeugnisse; Klimaeinflußgrößen; Begriffe
TGL 14 450	Statistische Qualitätskontrolle; Stichprobenpläne für die Attributprüfung
TGL 31 667	Bauelemente der Elektronik; Kennzeichnung Herstellungsdatum



elektronik
export·import
Volkseigener Außenhandelsbetrieb der
Deutschen Demokratischen Republik
DDR - 1026 Berlin, Alexanderplatz 6
Haus der Elektroindustrie, Telefon: 2180

VEB KERAMISCHE WERKE HERMSDORF
DDR - 6530 Hermsdorf/Thüringen, Friedrich-Engels-Straße 79
Postfach 2 · Telefon: 5 10 · Telex: 58 246
Telegramme: Kaweha Hermsdorf/Thür.

Stammbetrieb des Kombinates VEB Keramische Werke Hermsdorf

VEB
KERAMISCHE
WERKE
HERMSDORF

WIR PRODUZIEREN

Elektronische Bauelemente für die Rundfunk-, Fernseh-, Nachrichten-, Meß-, Steuer- und Regelungstechnik und für die Datenverarbeitung